

*М. В. Майсурадзе, М. А. Рыжков, Ю. В. Юдин, О. А. Сурнаева*  
УрФУ им. первого Президента России Б.Н. Ельцина,  
г. Екатеринбург  
20983@rambler.ru

## **УДАРНАЯ ВЯЗКОСТЬ КОРПУСОВ БУРОВЫХ ДОЛОТ ИЗ ВЫСОКОПРОЧНОЙ СТАЛИ**

Исследовано влияние параметров отпуска на ударную вязкость корпусов буровых долот из стали 25Г2С2Н2МА. Установлено, что проведение двойного отпуска способствует повышению ударной вязкости при сохранении прочностных характеристик стали. Увеличение интенсивности охлаждения после отпуска также приводит к повышению ударной вязкости.

*Ключевые слова:* Ударная вязкость, сталь, термическая обработка, отпуск.

The effect of tempering parameters on the impact toughness of drill bit bodies of steel 25G2S2N2MA is studied. Double tempering of the studied steel leads to the increase in the impact toughness. The increase in the cooling intensity after tempering also increases the impact toughness.

*Keywords:* Impact toughness, steel, heat treatment, tempering.

В связи с особенностями эксплуатации для буровых долот одной из наиболее важных характеристик является ударная вязкость. Сталь 25Г2С2Н2МА вследствие повышенного количества Si и Mn (~2 %) обладает невысоким уровнем ударной вязкости после стандартной термической обработки на высокую прочность.

Проведено исследование структуры и свойств корпусов буровых долот из стали 25Г2С2Н2МА после термической обработки, стандартно применяемой в промышленности в настоящее время: объемная закалка в масле (в водном растворе полимера, либо в расплаве соли или щелочи), отпуск при температуре 400...500 °С.

После термической обработки буровые долота из стали 25Г2С2Н2МА обладают однородной структурой отпущенного мартенсита и бейнита по всему сечению корпуса. Твердость стали в этом случае составляет 40...44 HRC (рис. 1).

Исследование механических свойств показало, что уровень прочности буровых долот из стали 25Г2С2Н2МА при твердости 38...44 HRC составляет 1400...1500 МПа, а относительное удлинение – 16...17 %. При этом уровень ударной вязкости KCV составляет 18...21 Дж/см<sup>2</sup>. Низкая ударная вязкость стали при высоком уровне проч-

ности повышает чувствительность материала к концентраторам напряжений и поверхностным дефектам [1]. Вследствие этого корпуса буровых долот весьма часто преждевременно выходят из строя в случае формирования на поверхности обезуглероженного слоя, а также при неудовлетворительном качестве механической обработки поверхности.

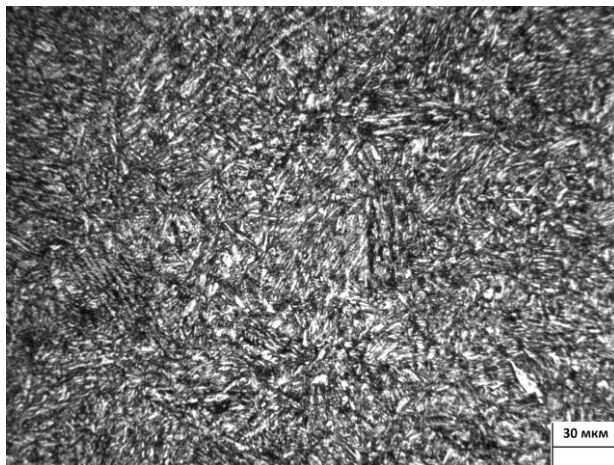


Рис. 1. Микроструктура буровых долот из стали 25Г2С2Н2МА после термической обработки (твердость  $42,0 \pm 2,0$  HRC)

Изучена возможность повышения ударной вязкости стали 25Г2С2Н2МА путем проведения повторного отпуска с последующим охлаждением в разных средах.

После однократного отпуска при температуре 400...500 °С интенсивность охлаждения не оказывает существенного влияния на значение ударной вязкости. Однако после повторного отпуска при температуре 400...500 °С с увеличением интенсивности охлаждения ударная вязкость стали повышается (рис. 2). Охлаждение после повторного отпуска на воздухе привело к значительному повышению ударной вязкости KCV в 1,5 раза (от 20 до 33 Дж/см<sup>2</sup>), а охлаждение в воде – в 2 раза (от 20 до 39 Дж/см<sup>2</sup>). При этом уровень твердости металла составил 38...42 HRC, т. е. существенного снижения прочности стали после повторного отпуска при температуре 400...500 °С не произошло.

Таким образом, повышения ударной вязкости деталей из стали 25Г2С2Н2МА можно достичь применением двукратного отпуска при температуре 400...500 °С с ускоренным охлаждением после отпуска в воде или масле.

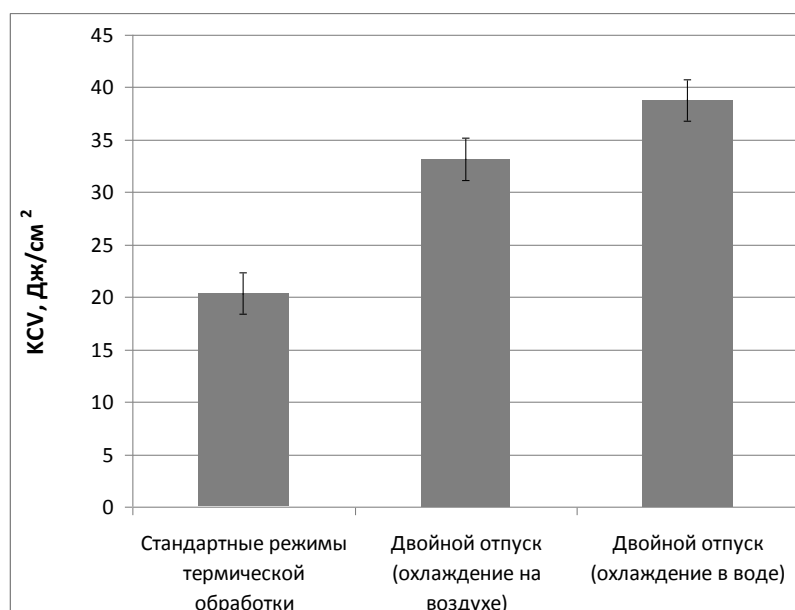


Рис. 2. Значение ударной вязкости (KCV) буровых долот из стали 25Г2С2Н2МА после разных режимов термической обработки

### Список литературы

1. Золоторевский В. С. Механические свойства металлов / В. С. Золоторевский. М.: Металлургия, 1983. 352 с.